



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI

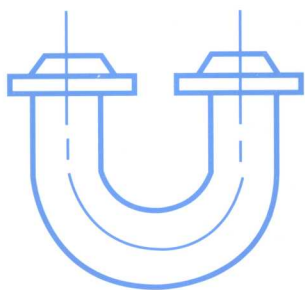
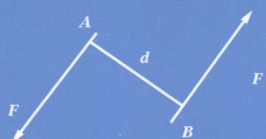
(高职高专规划教材)

化工设备基础

王绍良 主编

HUAGONG
SHEBEI
JICHU

第二版



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专规划教材)

化工设备基础

第二版

王绍良 主编



化学工业出版社

·北京·

本书是根据高等职业教育化工工艺类专业教学计划组织编写的。旨在使工艺类学生通过本课程的学习,获得必要的机械基础知识。

全书共分九章。主要内容为:化工生产的特点及对化工设备的要求、化工设备的有关规范、化工设备常用材料及腐蚀与防护;物体受力与构件承载能力分析;机械传动和连接;内压力容器和外压力容器;塔设备的结构、强度校核、常见故障及排除方法;换热器的常见类型、基本结构、标准及选用、常见故障及排除;搅拌反应釜基本结构、搅拌装置、传动装置、轴封装置;化工管路与阀门;化工设备故障诊断技术及常用仪器仪表。

本书除了作为工艺类学生教材之外,还可供相关专业选用和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工设备基础/王绍良主编. —2版. —北京:化学工业出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-122-05494-4

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

(高职高专规划教材)

I. 化… II. 王… III. 化工设备-基本知识 IV. TQ05

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第064626号

责任编辑:高钰

文字编辑:李娜

责任校对:周梦华

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张16½ 字数413千字 2009年7月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

《化工设备基础》教材是为化工类专业学生扩展机械方面的知识而编写的。自 2002 年出版以来，已连续多次印刷，受到化工高职院校师生和工程技术人员的普遍好评。近年来，高职教育教学改革不断深入，化工生产技术有了新的进展，国家和行业的相关标准亦已更新，为适应发展变化的需要，第二版对原教材内容进行了修改、更新和完善。

本次修订的主要内容如下。

1. 在每章前，增加了“能力目标、知识要素、技能要求”的内容，以便师生把握教与学的重点。
2. 按国家和行业颁布的最新标准，更新了相关内容。
3. 在化工管路一章中增加了压力管道的内容，以突出化工管路安全运行的管理。
4. 对内容结构作了部分调整。如在第二章中，将剪切和挤压两个相关内容单独列为一节；在第五章塔设备中，按发展历史，将填料塔的内容放在板式塔之前讲授；第三章将机械传动与连接改为连接与传动等。

向寓华、董卫国、李群松、张麦秋四位老师为本教材的内容修改做了大量的前期调研工作，收集了丰富的现场资料。赵玉奇、朱方鸣、潘传九教授等对本教材修改提出了许多很有价值的建议和意见。在此，一并致以衷心感谢。

本次改版基本维持了原有的体系和结构。疏漏和不妥之处在所难免，期望师生和读者批评指正。

编者
2009 年 3 月

第一版前言

本书是根据高等职业教育化工工艺类专业教学计划和课程教学大纲的要求编写的。其目的是通过本课程的学习,使工艺专业的学生获得必要的机械基础知识,扩充知识面,优化知识结构和能力结构,更好地符合高等职业教育的专业培养目标的要求,适应生产、管理第一线高等技术人才实际工作的需要。为此,本教材力求突出如下特点。

① 在体系上有所突破。全书分为化工设备基本知识、化工设备力学基础、机械传动与连接、压力容器、典型化工设备、化工管路、化工设备故障诊断等部分,与同类教材相比,突出了塔设备、换热设备、反应器等典型化工设备的内容,增加了化工管路、化工设备故障诊断技术等生产现场实用的知识。

② 在知识结构上有所调整。材料选择、力学基础、机械传动与连接等基础性内容,围绕典型化工设备所涉及的范围而取舍,以实用为主,够用为度,不强调各自知识的系统性和学科性。

③ 在能力培养上有所侧重。突出结构分析、力学模型建立、故障诊断与排除及标准选择等解决工程实际问题的能力培养,而对于高压容器应力分析、换热器管板强度计算、边缘应力等工艺类工程技术人员不常用到且繁杂的内容作了删除。

④ 在内容的组织上有所创新。本教材除了吸收同类教材的优点和近年来教学研究与改革的经验外还采用了最新版本的有关标准和规范,注重知识更新,在一定程度上体现了有关的新技术、新材料、新工艺、新设备的成果,反映了学科发展的趋势。

本书第一章的第一节、第二节和第三节、第五章、第六章、第七章、第八章由王绍良编写,第一章第四节和第五节、第三章、第四章、第九章由丛文龙编写,第二章由黄开旺编写。全书由王绍良主编并统稿,由吉林工业职业技术学院栾学钢主审。

由于编者水平所限,书中不妥甚至错误之处在所难免,敬请读者指正。

编者
2002年5月

目 录

第一章 化工设备基本知识	1
第一节 化工生产对化工设备的基本要求	1
一、化工生产的特点	1
二、化工生产对化工设备的基本要求	2
第二节 化工容器结构与分类	3
一、化工容器的基本结构	3
二、化工容器与设备的分类	4
第三节 化工容器与设备有关标准规范简介	6
一、常用材料标准	6
二、压力容器规范简介	7
第四节 化工设备常用材料	10
一、材料的性能	10
二、钢的热处理	11
三、金属材料	12
四、非金属材料	17
五、选材的基本原则	18
第五节 金属材料的腐蚀与防护	19
一、腐蚀的概念	19
二、腐蚀的类型	19
三、防腐措施	20
思考题	22
第二章 化工设备力学基础	23
第一节 物体的受力分析	24
一、力的概念与基本性质	24
二、约束及约束反力	26
三、受力图	27
四、平面汇交力系	28
五、平面力偶系	31
六、平面任意力系	34
第二节 轴向拉伸与压缩	37
一、轴向拉伸与压缩的概念	37
二、轴向拉伸与压缩时横截面上的内力	38
三、轴向拉伸与压缩时横截面上的应力	39
四、轴向拉伸与压缩时的强度计算	40
五、轴向拉伸与压缩时的变形	41

六、典型材料拉伸与压缩时的力学性能	42
第三节 剪切与挤压	46
一、剪切概念及其强度计算	46
二、挤压概念及其强度计算	47
第四节 圆轴扭转	49
一、扭转的概念	49
二、圆轴扭转时横截面上的内力	50
三、圆轴扭转时横截面上的应力	51
四、圆轴扭转时的变形	52
五、圆轴扭转时的强度和刚度计算	52
第五节 直梁弯曲	54
一、弯曲变形的概念	54
二、直梁弯曲时的内力	55
三、纯弯曲时横截面上的应力	58
四、梁的正应力强度计算	60
五、提高弯曲强度的主要措施	61
第六节 压杆稳定	63
一、压杆稳定性的概念	63
二、压杆的临界力和临界应力	63
三、压杆稳定性计算	65
四、提高压杆稳定性的措施	66
思考题	67
习题	68
第三章 连接与传动	72
第一节 连接	72
一、螺纹连接	72
二、轴毂连接	73
三、轴间连接	76
第二节 带传动	79
一、带传动的原理、特点、类型及应用场合	79
二、普通 V 带和带轮	80
三、带传动的失效、张紧、安装与维护	81
第三节 齿轮传动	82
一、齿轮传动的特点、类型及应用场合	82
二、齿轮传动比计算	83
三、齿轮常用材料及选择	84
四、齿轮传动失效	84
第四节 蜗杆传动	85
一、蜗杆传动的特点、类型	85
二、蜗杆传动的失效	86
三、蜗杆、蜗轮的常用材料与结构	86
四、蜗杆传动装置的润滑与维护	88

第五节 轴与轴承	89
一、轴	89
二、滑动轴承	90
三、滚动轴承	92
思考题	95
习题	96
第四章 压力容器	97
第一节 内压薄壁容器	97
一、内压薄壁圆筒与球壳的应力计算	97
二、强度条件与壁厚计算	99
三、设计参数的确定	101
四、容器压力试验	104
第二节 内压容器封头	107
一、常用封头的形式	107
二、标准椭圆形封头及选用	108
三、半球形封头	109
四、碟形封头	109
五、锥形封头	110
六、平板形封头	110
第三节 容器附件	111
一、容器设计的标准化	112
二、法兰连接	113
三、容器的支座	121
四、容器的开孔与补强结构	126
五、容器安全装置	129
六、其他附件	131
第四节 外压容器	132
一、外压容器的稳定性、临界压力计算	133
二、外压容器设计参数的确定	134
三、外压圆筒图算法	134
四、外压封头图算法	137
五、外压容器的压力试验	138
六、提高外压容器稳定性的途径	139
思考题	140
习题	141
第五章 塔设备	143
第一节 填料塔	144
一、填料	144
二、填料支承装置	145
三、液体喷淋装置	147
四、液体再分布装置	149
第二节 板式塔	151

一、总体结构与基本类型	151
二、塔盘结构	155
三、除沫装置	161
四、进出口管装置	163
五、人孔与手孔	164
第三节 塔体强度校核	165
一、各种载荷计算	166
二、塔体不同工况时的组合应力计算与校核	170
三、塔体壁厚确定方法	172
四、裙座结构	172
第四节 塔设备常见机械故障及排除方法	174
一、塔设备的振动	174
二、塔设备的腐蚀	174
三、其他常见机械故障	175
思考题	176
第六章 换热器	177
第一节 概述	177
一、换热设备的分类	177
二、间壁式换热器的主要类型	178
第二节 管壳式换热器	182
一、管壳式换热器的形式与结构	182
二、换热器壳体	183
三、换热管	184
四、管板	185
五、管箱、折流板、挡板	188
六、温差补偿装置	191
第三节 换热器技术的发展及标准化	192
一、传热理论创新	192
二、设备结构的改进	193
三、换热器标准及选用	193
第四节 管壳式换热器的常见故障及排除方法	196
一、管子的振动与防振措施	196
二、管壁积垢	196
三、管子的泄漏	196
思考题	196
第七章 搅拌反应釜	198
第一节 概述	198
一、反应釜的作用	198
二、反应釜的设计	198
三、搅拌反应釜的总体结构	199
第二节 釜体和传热装置	199
一、釜体结构	200

二、夹套结构	201
三、蛇管结构	202
四、顶盖	202
五、工艺接管	203
第三节 反应釜搅拌装置	204
一、搅拌器类型	204
二、搅拌器的标准及选用	206
三、搅拌轴	206
四、挡板与导流筒	208
第四节 反应釜传动装置	209
一、电动机的选用	209
二、减速器的选用	210
三、机架	210
四、凸缘法兰	211
五、安装底盖	212
第五节 反应釜轴封装置	213
一、填料密封	213
二、机械密封	215
思考题	217
第八章 化工管路	218
第一节 压力管道概念	218
一、压力管道的概念	219
二、压力管道的分类与分级	219
三、石油化工管道的分级	219
第二节 管子常用材料	220
一、金属管	220
二、非金属管	221
三、管子选材原则	222
第三节 管径选择与壁厚确定	222
一、影响管径大小的因素	222
二、管径的计算与选用	222
三、管子壁厚计算与选用	223
第四节 管件与阀门	224
一、常用管件	224
二、阀门	225
第五节 管路的连接	231
一、焊接连接	231
二、法兰连接	231
三、螺纹连接	231
四、承插式连接	232
五、温差补偿装置	233
第六节 管路常见故障及排除方法	234

一、做好管路维护工作	234
二、管路常见故障及排除方法	234
三、阀门故障及排除	235
思考题	236
第九章 化工设备故障诊断	237
第一节 概述	237
一、故障诊断的概念	237
二、故障诊断的分类	238
第二节 常用故障诊断技术	239
一、声振诊断	239
二、温度诊断	240
三、污染诊断	241
四、无损诊断	242
五、综合诊断	246
第三节 化工设备的故障诊断	247
一、化工管道的故障诊断	247
二、压力容器的故障诊断	248
思考题	251
参考文献	252

第一章 化工设备基本知识

教学要求



■ 能力目标：

1. 对化工容器典型结构的分析能力。
2. 正确选择化工设备材料的能力。
3. 正确选择钢材热处理方法的能力。

■ 知识要素：

1. 化工生产的特点及对化工设备的基本要求。
2. 化工设备的分类、化工设备常用标准与规范。
3. 化工设备常用材料及选材要求。
4. 金属材料腐蚀的概念、机理。

■ 技能要求：

利用压力容器的有关标准和规范，查取所需资料的技能。

第一节 化工生产对化工设备的基本要求

化工生产是以流程性物料（气体、液体、粉体）为原料，以化学处理和物理处理为手段，以获得设计规定的产品为目的的工业生产。化工生产过程不仅取决于化学工艺过程，而且与化工机械装备密切相关。化工机械是化工生产得以进行的外部条件。如介质的化学反应，由反应器提供符合反应条件要求的空间；质量传递通常在塔设备中完成；热量传递一般在换热器中进行；能量转换由泵、压缩机等装置承担。同时化工机械技术的发展和进步，又能促进新工艺的诞生和实施，如大型压缩机和超高压容器的研制成功，使人造金刚石的构想变为现实，使高压聚合反应得以实现。所以，先进的化工机械，一方面为化学工艺过程服务，另一方面又促进化学工艺过程的发展。

化工机械通常分为化工设备和化工机器两大类，化工设备指静止设备，如各种塔器、换热器等；化工机器指动设备，如各种压缩机、泵等。本书主要介绍化工设备。

一、化工生产的特点

与其他工业生产相比，化工生产具有其自身的特点。

1. 生产的连续性强

由于化工生产所处理的大多是气体、液体和粉体，便于输送和控制，处理过程如传质、传热、化学反应可连续进行。为了提高生产效率，节约成本，化工生产过程一般采用连续的工艺流程。在连续性的过程中，每一生产环节都非常重要，若出现事故，将破坏连续性生产。

2. 生产的条件苛刻

(1) 介质腐蚀性强

化工生产过程中,有很多介质具有腐蚀性。例如,酸、碱、盐一类的介质,对金属或非金属物件的腐蚀,使机器与设备的使用寿命大为降低。腐蚀生成物的沉积,可能堵塞机器与设备的通道,破坏正常的工艺条件,影响生产的正常进行。

(2) 温度和压力变化大

根据不同的工艺条件要求,介质的温度和压力各不相同。介质温度从深冷到高温,压力从真空到数百兆帕,使得有的设备要承受高温或高压,有的设备要承受低温或低压。温度和压力的不同,影响到设备的工作条件和材料选择。

3. 介质大多易燃易爆有毒性

化工生产过程中,有不少介质是容易燃烧和爆炸的,例如氨气、氢气、苯蒸气等均属此类。还有不少介质有较强的毒副作用,如二氧化硫、二氧化氮、硫化氢、一氧化碳等。这些易燃、易爆、有毒性的介质一旦泄漏,不仅会造成环境的污染,而且还可能引起人员伤亡和设备破坏等重大事故的发生。

4. 生产原理的多样性

化工生产过程按作用原理可分为质量传递、热量传递、能量传递和化学反应等若干类型。同一类型中功能原理也多种多样,如传热设备的传热过程,按传热机理又可分为热传导、对流和辐射。故化工设备的用途、操作条件、结构形式也千差万别。

5. 生产的技术含量高

现代化工生产既包含了先进的生产工艺,又需要先进的生产设备,还离不开先进的控制与检测手段。因此,生产技术含量要求高。并呈现出学科综合,专业复合,化、机、电一体化的发展势态。

二、化工生产对化工设备的基本要求

(一) 安全性能要求

1. 足够的强度

材料强度是指载荷作用下材料抵抗永久变形和断裂的能力。屈服点和抗拉强度是钢材常用的强度指标。化工设备是由一定的材料制造而成的,其安全性与材料强度紧密相关。在相同设计条件下,提高材料强度,可以增大许用应力,减薄化工设备的壁厚,减轻重量、便于制造、运输和安装,从而降低成本,提高综合经济性。对于大型化工设备,采用高强度材料的效果尤为显著。

2. 良好的韧性

韧性是指材料断裂前吸收变形能量的能力。由于原材料制造(特别是焊接)和使用(如疲劳、应力腐蚀)等方面的原因,化工设备的构件常带有各种各样的缺陷,如裂纹、气孔、夹渣等。如果材料韧性差,可能因其本身的缺陷或在波动载荷作用下而发生脆性破断。

3. 足够的刚度和抗失稳能力

刚度是过程设备在载荷作用下保持原有形状的能力。刚度不足是过程设备过度变形的主要原因之一。例如,螺栓、法兰和垫片组成的连接结构,若法兰因刚度不足而发生过度变形,将导致密封失效而泄漏。失稳是指容器在外压作用下突然失去原有形状的现象。失稳是外压容器失效的主要形式。

4. 良好的抗腐蚀性

过程设备的介质往往是腐蚀性强的酸、碱、盐。材料被腐蚀后,不仅会导致壁厚减薄,

而且有可能改变其组织和性能。因此，材料必须具有较强的耐腐蚀性能。

5. 可靠的密封性

密封性是指化工设备防止介质泄漏的能力。由于化工生产中的介质往往具有危害性，若发生泄漏不仅有可能造成环境污染，还可能引起中毒、燃烧和爆炸。因此密封的可靠性是化工设备安全运行的必要条件。

(二) 工艺性能要求

1. 达到工艺指标

化工设备都有一定的工艺指标要求，以满足生产的需要。如储罐的储存量、换热器的传热量、反应器的反应速率、塔设备的传质效率等。工艺指标达不到要求，将影响整个生产过程的生产效率，造成经济损失。

2. 生产效率高、消耗低

化工设备的生产效率用单位时间内单位体积（或面积）所完成的生产任务来衡量。如换热器在单位时间单位传热面积的传热量、反应器在单位时间单位容积内的产品数量等。消耗是指生产单位质量或体积产品所需要的资源（如原料、燃料、电能等）。设计时应从工艺、结构等方面来考虑提高化工设备的生产效率和降低消耗。

(三) 使用性能要求

1. 结构合理、制造简单

化工设备的结构要紧凑、设计要合理、材料利用率要高。制造方法要有利于实现机械化、自动化，有利于成批生产，以降低生产成本。

2. 运输与安装方便

化工设备一般由机械制造厂生产，再运至使用单位安装。对于中小型设备运输安装一般比较方便，但对于大型设备，应考虑运输的可行性，如运载工具的能力、空间大小、码头深度、桥梁与路面的承载能力、吊装设备的吨位等。对于特大型设备或有特殊要求的设备，则应考虑采用现场组装的条件和方法。

3. 操作、控制、维护简便

化工设备的操作程序和方法要简单，最好能设有防止错误操作的报警装置。设备上要有测量、报警和调节装置，能检测流量、温度、压力、浓度、液位等状态参数，当操作过程中出现超温、超压和其他异常情况时，能发出警报信号，并可对操作状态进行调节。

(四) 经济性能要求

在满足安全性、工艺性、使用性的前提下，应尽量减少化工设备的基建投资和日常维护、操作费用，并使设备在使用期内安全运行，以获得较好的经济效益。

第二节 化工容器结构与分类

一、化工容器的基本结构

在化工类工厂使用的设备中，有的用来储存物料，如各种储罐、计量罐、高位槽；有的用来对物料进行物理处理，如换热器、精馏塔等；有的用于进行化学反应，如聚合釜，反应器，合成塔等。尽管这些设备作用各不相同，形状结构差异很大，尺寸大小千差万别，内部构件更是多种多样，但它们都有一个外壳，这个外壳就叫化工容器。所以化工容器是化工设备外部壳体的总称。由于化工生产中，介质通常具有较高的压力，故化工容器通常为压力

容器。

化工容器一般由筒体、封头、支座、法兰及各种开孔接管所组成，见图 1-1。

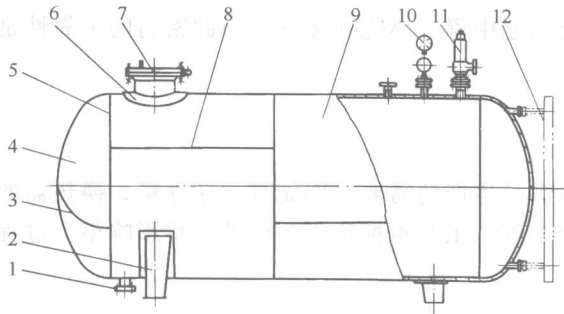


图 1-1 化工容器的总体结构

1—接管法兰；2—支座；3—封头拼接焊缝；4—封头；5—环焊缝；6—补强圈；7—人孔；8—纵焊缝；9—筒体；10—压力表；11—安全阀；12—液面计

3. 密封装置

化工容器上需要有许多密封装置，如封头和筒体间的可拆式连接，容器接管与外管道间的可拆连接以及人孔、手孔盖的连接等，可以说化工容器能否正常安全地运行在很大程度上取决于密封装置的可靠性。

4. 开孔与接管

化工容器中，由于工艺要求和检修及监测的需要，常在筒体或封头上开设各种大小的孔或安装接管，如人孔、手孔、视镜孔、物料进出口接管，以及安装压力表、液面计、安全阀、测温仪表等接管开孔。

5. 支座

化工容器靠支座支撑并固定在基础上。随安装位置不同，化工容器支座分立式容器支座和卧式容器支座两类，其中立式容器支座又有腿式支座、支承式支座、耳式支座和裙式支座四种。大型容器一般采用裙式支座。卧式容器支座有支承式、鞍式和圈式支座三种，以鞍式支座应用最多。而球形容器则多采用柱式或裙式支座。

6. 安全附件

由于化工容器的使用特点及其内部介质的化学工艺特性，往往需要在容器上设置一些安全装置和测量、控制仪表来监控工作介质的参数，以保证压力容器的使用安全和工艺过程的正常进行。

化工容器的安全装置主要有安全阀、爆破片、紧急切断阀、安全连锁装置、压力表、液面计、测温仪表等。

上述筒体、封头、密封装置、开孔接管、支座及安全附件等即构成了一台化工设备的外壳。对于储存用的容器，这一外壳即为容器本身。对用于化学反应、传热、分离等工艺过程的容器而言，则须在外壳内装入工艺所要求的内件，才能构成一台完整的设备。

二、化工容器与设备的分类

从不同的角度对化工容器及设备有各种不同的分类方法，常用的分类方法有以下几种。

1. 筒体

筒体是化工设备用以储存物料或完成传质、传热或化学反应所需要的工作空间，是化工容器最主要的受压元件之一，其内直径和容积往往需由工艺计算确定。圆柱形筒体（即圆筒）和球形筒体是工程中最常用的筒体结构。

2. 封头

根据几何形状的不同，封头可以分为球形、椭圆形、碟形、球冠形、锥壳和平盖等几种，其中以椭圆形封头应用最多。封头与筒体的连接方式有可拆连接与不可拆连接（焊接）两种，可拆连接一般采用法兰连接方式。

1. 按压力等级分

按承压方式分类, 化工容器可分为内压容器与外压容器。内压容器又可按设计压力大小分为四个压力等级, 具体划分如下:

- 低压 (代号 L) 容器 $0.1\text{MPa} \leq p < 1.6\text{MPa}$;
- 中压 (代号 M) 容器 $1.6\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$;
- 高压 (代号 H) 容器 $10\text{MPa} \leq p < 100\text{MPa}$;
- 超高压 (代号 U) 容器 $p \geq 100\text{MPa}$ 。

外压容器中, 当容器的内压小于一个绝对大气压 (约 0.1MPa) 时又称为真空容器。

2. 按原理与作用分

根据化工容器在生产工艺过程中的作用, 可分为反应容器、换热容器、分离容器、储存容器。

① 反应容器 (代号 R) 主要是用于完成介质的物理、化学反应的容器, 如反应器、反应釜、聚合釜、合成塔、蒸压釜、煤气发生炉等。

② 换热容器 (代号 E) 主要是用于完成介质热量交换的容器。如管壳式余热锅炉、热交换器、冷却器、冷凝器、蒸发器、加热器等。

③ 分离容器 (代号 S) 主要是用于完成介质流体压力平衡缓冲和气体净化分离的容器。如分离器、过滤器、蒸发器、集油器、缓冲器、干燥塔等。

④ 储存容器 (代号 C, 其中球罐代号 B) 主要是用于储存、盛装气体、液体、液化气体等介质的容器。如液氨储罐、液化石油气储罐等。

在一台化工容器中, 如同时具备两个以上的工艺作用原理时, 应按工艺过程的主要作用来划分品种。

3. 按相对壁厚分

按容器的壁厚可分为薄壁容器和厚壁容器, 当筒体外径与内径之比小于或等于 1.2 时称为薄壁容器, 大于 1.2 时称厚壁容器。

4. 按支承形式分

当容器采用立式支座支承时叫立式容器, 用卧式支座支承时叫卧式容器。

5. 按材料分

当容器由金属材料制成时叫金属容器; 用非金属材料制成时, 叫非金属容器。

6. 按几何形状分

按容器几何形状, 可分为圆柱形、球形、椭圆形、锥形、矩形等容器。

7. 按安全技术管理分

上面所述的几种分类方法仅仅考虑了压力容器的某个设计参数或使用状况, 还不能综合反应压力容器面临的整体危害水平。例如储存易燃或毒性程度中度以及上危害介质的压力容器, 其危害性要比相同几何尺寸、储存毒性程序轻度或非易燃介质的压力容器大得多。压力容器的危害性还与其设计压力 p 和全容积 V 的乘积有关, pV 值愈大, 则容器破裂时爆炸能量愈大, 危害性也愈大, 对容器的设计、制造、检验、使用和管理的要求愈高。为此, 《压力容器安全技术监察规程》采用既考虑容器压力与容积乘积大小, 又考虑介质危害程度以及容器品种的综合分类方法, 有利于安全技术监督和管理。该方法将压力容器分为三类。

(1) 第三类压力容器

具有下列情况之一的为第三类压力容器。

- ① 高压容器;

② 中压容器（仅限毒性程度为极度和高度危害介质）；

③ 中压储存容器（仅限易燃或毒性程度为中度危害介质，且 pV 乘积大于等于 $10\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ ）；

④ 中压反应容器（仅限易燃或毒性程度为中度危害介质，且 pV 乘积大于等于 $0.5\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ ）；

⑤ 低压容器（仅限毒性程度为极度和高度危害介质，且 pV 乘积大于等于 $0.2\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ ）；

⑥ 高压、中压管壳式余热锅炉；

⑦ 中压搪玻璃压力容器；

⑧ 使用强度级别较高（指相应标准中抗拉强度规定值下限大于等于 540MPa ）的材料制造的压力容器；

⑨ 移动式压力容器，包括铁路罐车（介质为液化气体、低温液体）、罐式汽车〔液化气体运输（半挂）车、低温液体运输（半挂）车、永久气体运输（半挂）车〕和罐式集装箱（介质为液化气体、低温液体）等；

⑩ 球形储罐（容积大于等于 50m^3 ）；

⑪ 低温液体储存容器（容积大于 5m^3 ）。

(2) 第二类压力容器

具有下列情况之一的为第二类压力容器。

① 中压容器；

② 低压容器（仅限毒性程度为极度和高度危害介质）；

③ 低压反应容器和低压储存容器（仅限易燃介质或毒性程度为中度危害介质）；

④ 低压管壳式余热锅炉；

⑤ 低压搪玻璃压力容器。

(3) 第一类压力容器

除上述规定以外的低压容器为第一类压力容器。

上述压力容器分类方法综合考虑了设计压力、几何容积、材料强度、应用场合和介质危害程度等影响因素，分类方法比较科学合理。

第三节 化工容器与设备有关标准规范简介

为了确保压力容器和化工设备的安全运行，世界各国都制订了一系列有关的规范和标准。在材料、设计、制造、使用、检验等方面提出了明确的基本要求。

一、常用材料标准

由于化工生产工艺条件的多样性，化工容器及设备所用材料范围广、品种多、既有金属材料，又有非金属材料。其中金属材料使用较多，尤以钢材为甚。现将常用的钢板和钢管标准作一简介。

1. 钢板

化工容器多采用钢板卷焊而成。常用的钢板及标准有以下几种。

(1) 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带（GB 912—2008）

该标准规定了厚度不大于 4mm 的碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板及钢带的尺寸、